

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

(подпись)

28.04.2015

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 477 /уч.

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности:

1-33 01 02 Геоэкология

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-33 01 02-2013 и учебных планов УВО № Н-33-011/уч. 2013 г., № Н 33з-013/уч. 2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Л.В. Тарасова, старший преподаватель кафедры географической экологии  
Белорусского государственного университета

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

С.И. Кузьмин, кафедра общего землеведения и гидрометеорологии Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой географической экологии Белорусского государственного университета

(протокол № 12 от 20.05.2015 г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета  
(протокол № 6 от 29.06.15 г.)

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Аналитические методы в геоэкологии» дает теоретические знания и практические навыки в области организации геоэкологических исследований с использованием аналитических методов для оценки качества окружающей среды и решения задач прикладной геоэкологии. В дисциплине последовательно изучаются методы качественного и количественного анализа, позволяющие идентифицировать различные вещества, разделять их на компоненты и определять концентрацию.

Учебная дисциплина опирается на знания, полученные при изучении учебной дисциплины «Гидрохимия», «Геофизика», «Общая экология», а также необходима для последующего изучения дисциплин «Геоэкология», «Геоэкология города», «Геоэкологические проблемы Беларуси» и др.

Учебная дисциплина «Аналитические методы в геоэкологии» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-33 01 02 «Геоэкология». В соответствии с образовательным стандартом данный курс подразумевает формирование у студентов ряда компетенций:

ПК-1. Использовать основные законы и закономерности наук о Земле в профессиональной деятельности.

ПК-4. Определять проблемы в области геоэкологии и осуществлять постановку научных задач, представляющих как теоретический интерес, так и практическую значимость в области природопользования.

ПК-5. Разрабатывать методические подходы, выбирать приборы и оборудование, картографические и справочные материалы и проводить научно-исследовательские работы в области геоэкологии.

ПК-6. Проводить анализ результатов полевых и экспериментальных исследований и измерений, осуществлять их математическую обработку и оценивать достоверность полученных результатов.

ПК-7. Формулировать из полученных в ходе полевых и экспериментальных исследований результатов корректные выводы и давать рекомендации по их практическому применению.

ПК-8. Составлять аналитические обзоры литературы по теме исследований, анализировать информационные и картографические данные по изучаемой проблеме, обосновывать целесообразность проведения научных исследований.

ПК-9. Составлять отчеты по научно-исследовательским работам, готовить научные доклады и статьи, сообщения, рефераты.

ПК-10. Выполнять полевые и лабораторные исследования состояния отдельных природных компонентов, природных, природно-антропогенных и социально-экономических комплексов.

ПК-12. Применять дистанционные аэрокосмические методы исследования для создания и использования ГИС прикладного назначения для отраслей природопользования.

ПК-16. Выполнять анализ и математическую обработку результатов полевых и экспериментальных исследований в области геоэкологии.

ПК-17. Реализовывать на практике принципы и нормативы рационального природопользования.

ПК-29. Планировать и организовывать проектно-производственную деятельность в области рационального природопользования.

ПК-47. Готовить научные и учебно-методические доклады, материалы к мультимедийным презентациям на основе анализа информационных ресурсов, инновационных технологий, проектов и решений.

ПК-48. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, уметь работать с электронными географическими картами и атласами и учебно-справочной литературой.

ПК-49. Знать современные проблемы природопользования, определять цели инновационной деятельности и способы их достижения.

Основная цель изучения учебной дисциплины – дать студентам знания о содержании, назначении, области применения современных методов качественного и количественного анализа различных параметров окружающей среды, умение выбирать аппаратуру в соответствии с типом исследуемого образца, областью применения, требуемой чувствительностью и точностью прибора.

В задачи учебной дисциплины входит формирование у студентов знаний о современных методах определения концентрации различных веществ в окружающей среде и применение полученных знаний на практике для решения многообразных современных геоэкологических проблем. Курс рассматривается как база подготовки студентов к самостоятельной научно-исследовательской работе, при подготовке курсовых и дипломных работ, прохождении учебной и производственных практик и является важной составляющей в системе подготовки специалистов-геоэкологов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

- теоретические основы и аналитические возможности качественного и количественного анализа,

- принципы выбора метода анализа применительно к конкретному анализируемому объекту.

**уметь:**

- проводить идентификацию и определение веществ с использованием химических, физических и физико-химических методов анализа;

- проводить математическую обработку полученных результатов с целью получения информации о качественном и количественном составе объекта анализа;

**владеть:**

- теорией и основными приемами применения аналитических методов в геоэкологических исследованиях;

- способами правильной интерпретации результатов анализа.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины «Аналитические методы в геоэкологии» отводится всего 134 часа. Для очной формы обучения из них – 88 аудиторных часа (22 часа – лекции; 62 часа – лабораторные занятия, 4 часа – семинарские занятия). Для заочной формы обучения из них – 22 аудиторных часа (4 часа – лекции; 16 часов – лабораторные занятия, 2 часа – семинарские занятия).

Итоговый контроль знаний осуществляется в форме зачета в седьмом семестре дневной формы обучения, в седьмом семестре заочной формы обучения.

## II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

№ п/п	Название разделов, тем	Всего ауди- тор- ных часов	в том числе		
			лек- ций	лабо- бора- ра- тор- ных	се- ми- нар- ских
<b>1.</b>	<b>Общая характеристика методов анализа при оценке состояния окружающей природной среды</b>	<b>2</b>	<b>2/2</b>		
<b>2.</b>	<b>Методы качественного анализа</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		
<b>3.</b>	<b>Методы количественного химического анализа</b>	<b>38</b>	<b>6/2</b>	<b>30/8</b>	<b>2/2</b>
3.1.	Статистическая обработка результатов количественного анализа		2		
3.2.	Гравиметрический анализ		2	14/2	
3.3.	Химические титриметрические методы анализа		2	16/6	2
<b>4.</b>	<b>Инструментальные (физические и физико-химические) методы анализа</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>24/8</b>	
4.1.	Оптические методы анализа		2	16/6	
4.2.	Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия		2		
4.3.	Электрохимические методы анализа		2	8/2	
4.4.	Люминесцентный метод		2		
4.5.	Методы разделения и анализа веществ. Хроматография. Масс-спектрометрия		2		
<b>5.</b>	<b>Радиоактивность и дозиметрия</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	
	<b>Итого</b>	<b>88/22</b>	<b>22/4</b>	<b>62/16</b>	<b>4/2</b>

## **1. Общая характеристика методов анализа при оценке состояния окружающей природной среды**

Качественный и количественный анализ. Объекты обнаружения и определения (аналиты), соответствующие им виды анализа. Основные стадии анализа: пробоотбор, пробоподготовка, измерение, обработка результатов измерений. Методы анализа (химические, физические, физико-химические, биологические), общая классификация. Выбор метода и методики для конкретной аналитической задачи.

Аналитический сигнал. Градуировочные функции. Основные методы расчета содержания аналитов по величине аналитического сигнала: градуировочного графика, стандартов, добавок.

## **2. Методы качественного анализа**

### **2.1 Качественный анализ катионов и анионов**

Качественный химический анализ. Классификация методов качественного анализа (дробный и систематический, макро-, полумикро-, микро-, ультрамикро- анализ). Аналитические реакции и реагенты, используемые в качественном анализе (специфические, селективные, групповые). Качественный анализ катионов и анионов.

Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), аммиачно-фосфатная, кислотнo-основная. Ограниченность любой классификации катионов по группам. Кислотнo-основная классификация катионов по группам. Систематический анализ катионов по кислотнo-основному методу. Аналитические реакции катионов различных аналитических групп.

Качественный анализ анионов. Аналитическая классификация анионов по группам (по способности к образованию малорастворимых соединений, по окислительно-восстановительным свойствам). Ограниченность любой классификации анионов по группам. Аналитические реакции анионов различных аналитических групп. Методы анализа смесей анионов. Анализ смесей катионов и анионов (качественный химический анализ вещества).

## **3. Методы количественного анализа**

### **3.1 Статистическая обработка результатов количественного анализа**

Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе. Источники ошибок количественного анализа. Правильность и воспроизводимость результатов. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа.

Расчет метрологических параметров. Оптимальный объем выборки, среднее значение определяемой величины, отклонение, дисперсия, стандартное отклонение, доверительный интервал, относительная (процентная) ошибка среднего результата. Исключение грубых промахов. Представление результатов количественного анализа. Оценка методов анализа по правильности и воспроизводимости.

### 3.2 Гравиметрический анализ

Основные понятия гравиметрического анализа. Классификация методов гравиметрического анализа (метод осаждения, метод отгонки, метод выделения, термогравиметрический анализ).

Метод осаждения. Основные этапы гравиметрического определения. Осаждаемая и гравиметрическая (весовая) формы; требования, предъявляемые к этим формам. Требования, предъявляемые к осадителю, промывной жидкости. Понятие о природе образования осадков. Условия образования кристаллических и аморфных осадков. Применение гравиметрического анализа.

### 3.3 Химические титриметрические методы анализа

Сущность титриметрического анализа, классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, титрование по замещению. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

Кислотно-основное титрование. Сущность метода. Основные реакции и титранты метода. Типы кислотно-основного титрования (ацидиметрия, алкалиметрия). Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Классификация индикаторов (по способу приготовления, применения, по цветности, по механизму процессов взаимодействия с титрантом, по составу). Примеры типичных индикаторов кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет, построение и анализ типичных кривых титрования сильной кислоты щелочью, сильного и слабого основания — кислотой. Выбор индикаторов по кривой титрования. Ошибки кислотно-основного титрования.

Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Классификация редокс-методов. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное) и расчеты результатов титрования. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Классификация индикаторов. Окислительно-восстановительные индикаторы (обратимые и необратимые), интервал изменения окраски индикатора. Кривые окислительно-восстановительного



титрования. Индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования.

Осадительное титрование. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Классификация методов по природе реагента, взаимодействующего с определяемыми веществами. Виды осадительного титрования (прямое, обратное). Кривые осадительного титрования, их расчет, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок титрования. Индикаторы метода осадительного титрования.

#### **4. Инструментальные (физические и физико-химические) методы анализа**

##### **4.1 Оптические методы анализа**

Фотометрические методы анализа (фотоколориметрия и спектрофотометрия). Законы поглощения света веществом. Оптическая плотность. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектры поглощения. Закон аддитивности. Аппаратура для измерения поглощения света. Чувствительность метода. Способы определения концентрации. Анализ смеси веществ. Применение молекулярной абсорбционной спектроскопии для обнаружения и идентификации веществ. Контроль загрязнения окружающей среды с использованием современных спектрофотометров.

##### **4.2. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия**

Атомно-эмиссионная спектроскопия. Сущность метода. Линейчатый спектр. Полосатый спектр. Атомизация вещества. Способы атомизации. Эмиссионная фотометрия пламени. Процессы, происходящие с веществом в пламени. Пламенные фотометры. Определение концентрации вещества. Атомно-эмиссионный спектральный анализ с электротермическим возбуждением. Дуговые и искровые источники возбуждения атомов. Приборы (стилоскоп, спектрограф, спектрометр). Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Сущность метода. Зависимость интенсивности свечения от концентрации атомов. Лазеры – источники возбуждения флуоресценции. Чувствительность и селективность метода.

Атомно-абсорбционная спектроскопия. Сущность метода. Зависимость поглощения света от концентрации атомов. Способы атомизации вещества. Пламенные атомизаторы. Электротермические атомизаторы. Графитовая кювета. Источники излучения. Приборы. Блок-схема. Определение концентрации вещества. Современные атомно-абсорбционные анализаторы. Определяемые элементы металлов в пробах. Чувствительность. Определяемый диапазон концентраций. Применение атомно-спектроскопических методов для анализа загрязнения окружающей среды.

### 4.3. Электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока.

Потенциометрический метод. Зависимость разности потенциалов от концентрации ионов в растворе. Закон Нерста. Схема потенциометра. Измерение потенциала. Потенциометрическое титрование. Индикаторные электроды в различных методах потенциометрического титрования. Буферные смеси. Определение рН воды. Портативные рН-метры, иономеры. Диапазоны измерений.

Кондуктометрический метод. Принципиальные основы метода. Измерение электропроводности растворов. Чувствительность, точность и возможность исследования окрашенных растворов. Кондуктометры для контроля поверхностных вод.

Кулонометрический метод. Принцип кулонометрического метода. Количество электричества. Закон Фарадея. Аппаратура для кулонометрического анализа. Измерение количества электричества. Кулонометры. Методы кулонометрии. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Достоинства метода.

### 4.4. Люминесцентный метод

Люминесценция. Определение. Виды люминесценции. Люминесцентный анализ. Происхождение люминесценции. Схема Яблонского. Флуоресценция. Фосфоресценция. Характеристики и законы люминесценции (квантовый выход, спектр, правило зеркальной симметрии). Взаимосвязь интенсивности флуоресценции и концентрации вещества. Аппаратура в люминесцентном анализе. Современные флуориметры. Чувствительность. Применение люминесценции для идентификации и определения низких концентраций загрязняющих веществ.

### 4.5. Методы разделения и анализа веществ. Хроматография. Масс-спектрометрия

Хроматография. Принцип хроматографического разделения веществ. Хроматографическая колонка. Подвижная фаза. Неподвижная фаза. Хроматографические характеристики. Характеристики пиков. Разрешение пиков. Хроматографический анализ (качественный, количественный). Виды хроматографии. Жидкостная хроматография (ионообменная, распределительная, высокоэффективная жидкостная). Плоскостная тонкослойная хроматография. Газовая хроматография. Детектирование аналитического сигнала в хромато-

графии. Разновидности хроматографов. Применение. Характеристики хроматографов. Контроль загрязнений окружающей среды с использованием жидкостного и газового хроматографов.

Масс-спектрометрия. Устройство масс-спектрометра. Масс-анализаторы. Применение масс-спектрометрии. Качественный и количественный анализ.

## **5. Радиоактивность и дозиметрия**

Радиоактивность и законы радиоактивного распада. Виды радиоактивного излучения. Экспозиционная доза. Поглощенная доза. Эквивалентная доза. Регистрация излучений. Приборы дозиметрического контроля. Газоионизационные детекторы. Сцинтилляционные счетчики. Полупроводниковые детекторы. Радиометрические и радиохимические методы анализа. Спектрометрия. Типы и характеристики дозиметрических приборов. Диапазоны измерений. Чувствительность. Практическое использование дозиметрических приборов для радиационного контроля окружающей среды.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Семинарские Занятия	Лабораторные занятия	Иное				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ</b> Дневная форма обучения. (88 часов)	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>62</b>					
<b>1.</b>	<b>Общая характеристика методов анализа при оценке состояния окружающей природной среды</b>	<b>2</b>					Компьютерная презентация	[1], [3], [5],	Опрос на лекции
<b>2.</b>	<b>Методы качественного анализа</b>	<b>2</b>	<b>2</b>				Компьютерная презентация	[2], [4], [5]	Опрос на лекции
<b>3.</b>	<b>Методы количественного химического анализа</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>30</b>					
3.1.	Статистическая обработка результатов количественного анализа	2					Компьютерная презентация		Опрос на лекции
3.2.	Гравиметрический анализ	2		14			Компьютерная презентация Лабораторная работа по практикуму УМК	[3], [5]	Опрос на лекции Проверка лабораторной работы
3.3.	Химические титриметрические методы анализа	2	2	16			Компьютерная презентация Лабораторная работа по прак-	[3], [5]	Опрос на лекции Проверка лабораторной работы

							тикуму УМК		
<b>4.</b>	<b>Инструментальные (физические и физико-химические) методы анализа</b>	<b>10</b>		<b>24</b>					
4.1.	Оптические методы анализа	2		16			Компьютерная презентация Лабораторная работа по практикуму УМК	[1], [2], [3], [4]	Опрос на лекции Проверка лабораторной работы
4.2.	Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия	2					Компьютерная презентация	[3], [5]	Опрос на лекции
4.3.	Электрохимические методы анализа	2		8			Компьютерная презентация Лабораторная работа по практикуму УМК	[2], [4], [5]	Опрос на лекции Проверка лабораторной работы
4.4.	Люминесцентный метод	2					Компьютерная презентация	[1], [2], [3], [4]	Опрос на лекции
4.5.	Методы разделения и анализа веществ. Хроматография. Масс-спектрометрия	2					Компьютерная презентация	[2], [4], [5]	Опрос на лекции
<b>5.</b>	<b>Радиоактивность и дозиметрия</b>	<b>2</b>		<b>8</b>			Компьютерная презентация Лабораторная работа по практикуму УМК	[3], [5]	Опрос на лекции Проверка лабораторной работы

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Семинарские Занятия	Лабораторные занятия	Иное				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ (22ч.) Заочная форма обучения</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>16</b>					
<b>1.</b>	<b>Общая характеристика методов анализа при оценке состояния окружающей природной среды</b>	<b>2</b>					Компьютерная презентация	[1], [2], [3], [4]	Опрос на лекции
<b>2.</b>	<b>Методы качественного анализа</b>								Самостоятельная работа студентов
<b>3.</b>	<b>Методы количественного химического анализа</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>			Компьютерная презентация	[1], [2], [3], [4]	Опрос на лекции
3.1.	Статистическая обработка результатов количественного анализа								Самостоятельная работа студентов
3.2.	Гравиметрический анализ			2			Лабораторная работа по практике УМК	[3], [5]	Проверка лабораторной работы
3.3.	Химические титриметрические методы анализа			6			Лабораторная	[3],	Проверка лабо-

							работа по практикуму УМК	[5]	рапорной работы
<b>4.</b>	<b>Инструментальные (физические и физико-химические) методы анализа</b>			<b>8</b>					
4.1.	Оптические методы анализа			6			Лабораторная работа по практикуму УМК	[1], [2], [3], [4]	Проверка лабораторной работы
4.2.	Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия								Самостоятельная работа студентов
4.3.	Электрохимические методы анализа			2			Компьютерная презентация Лабораторная работа по практикуму УМК	[2], [4], [5]	Самостоятельная работа студентов
4.4.	Люминесцентный метод								Самостоятельная работа студентов
4.5.	Методы разделения и анализа веществ. Хроматография. Масс-спектрометрия								Самостоятельная работа студентов
<b>5.</b>	<b>Радиоактивность и дозиметрия</b>								Самостоятельная работа студентов

## **IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Литература**

#### **Основная**

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х т. – М.: Дрофа, 2004. Т.1 – 319с., т. 2 – 346с.
2. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х т. – М.: Техносфера, 2004. Т.1 – 416с., т. 2 – 288с.
3. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 2. Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2010. В 2 кн./ под ред. Ю.А.Золотова. – М.: Высш. шк., 1996. Кн. 1. 383 с. Кн. 2. – 461 с.
4. Янсон Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии. Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1987. – 261 с.
5. Мечковский С.А. Аналитическая химия. – Мн.: «Университетское», 1991. – 334с.

#### **Дополнительная**

1. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и упражнения по аналитической химии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 215 с.
2. Методы обнаружения и разделения элементов / По ред. И.П. Алимари-на. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 206 с.
3. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия: В 2 кн. – М., 1990.
4. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. В 2 т. – М.: Мир, 1979.
5. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. – М.: Мир, 1978. – 557 с.



Оценка знаний студента производится по 10-ти балльной шкале. Для оценки знаний и компетентности студентов используются критерии, утвержденные Министерством образования Республики Беларусь. При изучении дисциплины используется рейтинговая оценка знаний. Оценка учебных достижений студентов, выполняемая поэтапно по разделам учебной дисциплины, осуществляется кафедрой в соответствии с избранной шкалой оценок.

Для контроля качества усвоения знаний студентами рекомендуется использовать следующие средства диагностики:

- тестовые задания;
- типовые задания;
- устный опрос на занятиях;
- зачет.

### Примерный перечень лабораторных занятий

1. Взвешивание на весах различного типа. Пробоподготовка. Методы фильтрования растворов. Центрифугирование.
2. Титриметрический метод определения общей щелочности и карбонатной жесткости воды.
3. Спектрофотометрический метод определения концентрации вещества. Техника измерения. Расчет и построение спектров поглощения.
4. Фотокалориметрический метод определения нитритов в воде с использованием реактива Грисса.
5. Методика выполнения измерения рН раствора потенциометрическим методом.
6. Дозиметрия. Оценка радиационной обстановки в помещении с помощью дозиметра.
7. Определение растворенного в воде кислорода в поверхностных водах (йодометрическое определение по Винклеру).
8. Определение фосфатов в поверхностных водах.
9. Аргентометрическое определение хлоридов в воде. Определение карбонатных ионов.

### Примерная тематика семинарских занятий

1. Измерения и их погрешность. Источники погрешностей. Оценка погрешности. Представление результатов измерений.
2. Выражение концентрации растворов (молярная, нормальная концентрации, титр и др. ). Выполнение расчетов молярных, процентных и др. растворов для аналитических методик.

## Примеры тестовых заданий

1. Краткое определение принципов, положенных в основу анализа вещества:
  1. Методика анализа вещества
  2. Результат анализа вещества
  3. Метод анализа вещества
2. Функциональный анализ это:
  1. Качественный и (чаще всего) количественный химический анализ, в результате которого определяют, какие химические элементы и в каких количественных соотношениях входят в состав анализируемого вещества
  2. Открытие и определение различных функциональных групп, например, аминогруппы  $\text{NH}_2$ , нитрогруппы  $\text{NO}_2$ , карбоксильной  $\text{COOH}$ , гидроксильной  $\text{OH}$  и т.д.
  3. Открытие и определение различных фаз (твердых, жидких, газообразных), входящих в анализируемую систему
3. Наименьшая масса определяемого вещества, однозначно открываемого данной аналитической реакцией в минимальном объеме предельно разбавленного раствора
  1. Минимальный объем предельно разбавленного раствора
  2. Предел обнаружения (открываемый минимум)
  3. Предельная концентрация
4. Алкалиметрия (алкалиметрическое титрование) - определение веществ титрованием
  1. Стандартным раствором щелочи
  2. Раствором соединения, которое образует с титруемым веществом комплекс
  3. Стандартным раствором кислоты
5. Индикатор в титриметрическом анализе вещество, которое
  1. Является активным реагентом в титранте
  2. Добавляется к титруемой пробе для участия в реакции
  3. Проявляет видимое изменение в точке эквивалентности
6. Конечную точку титрования можно определить визуально, наблюдая за:
  1. Изменением окраски специально внесенного индикатора при реакции нейтрализации
  2. Изменением окраски специально внесенного индикатора при реакции окисления-восстановления

3. Процессом реакции осаждения
7. Закон Бугера –Ламберта-Бера
  1.  $D = l \cdot \epsilon \cdot c \cdot l$
  2.  $D = \epsilon \cdot c \cdot l$
  3.  $D = c \cdot l$
8. Если источником возбуждения люминесценции является электрическая энергия, то наблюдаемое свечение называется:
  1. Хемилюминесценцией
  2. Фотолюминесценцией
  3. Электролюминесценцией
9. Хроматрография – метод:
  1. Разделения
  2. Обнаружения
  3. Определения веществ
10. Для проведения потенциометрического титрования необходимы:
  1. Бюретка
  2. Устройство для перемешивания раствора
  3. Прибор для измерения потенциала индикаторного электрода (иономер)

**V. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ»  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Экология ландшафтов	Кафедра геоэкологии	нет	Согласовано Протокол №12 от 20.05.2015г
Методы геоэкологических исследований	Кафедра геоэкологии	нет	Согласовано Протокол №12 от 20.05.2015г

**VI. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ»**

на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
географической экологии БГУ

(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.)

Заведующий кафедрой

д.г.н., профессор

(степень, звание)

(подпись)

А.Н. Витченко

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

д.г.н., доцент

(степень, звание)

(подпись)

Д.Л. Иванов

(И.О.Фамилия)

